

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-343084

(43)Date of publication of application : 30.11.1992

(51)Int.Cl.

G01S 13/34

G01S 13/42

G01S 13/60

(21)Application number : 03-114621

(71)Applicant : FUJITSU TEN LTD

(22)Date of filing : 20.05.1991

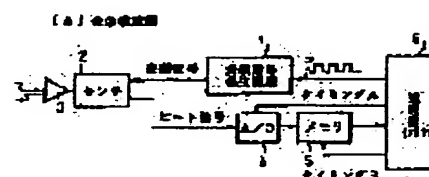
(72)Inventor : ISAJI OSAMU
FUJIWARA KANAKO
KAMIMURA MASATSUGU
YASUKI HISANORI
AGARI YOSHIIHIDE

(54) FM-CW RADAR DEVICE

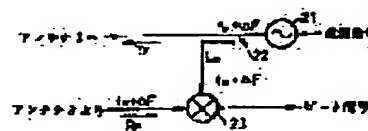
(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the distance and the relative velocity of each target accurately even in the case a plurality of targets exist in the detection region of an FM-CW radar.

CONSTITUTION: By mixing a local signal separated partially from a transmission signal FM-modulated with triangle modulation signal coming from a modulation signal generation circuit 1 and extracting the beat signal, the beat signal corresponding to the upward slope and the downward slope of the triangle wave are analyzed for the frequency in a processor 6 independently. By choosing the combination of the frequencies having the same level from the frequency spectrum corresponding to each slope part obtained through it, the distance and the relative velocity to the target corresponding to the level based on it are measured.



(A) 全装置構成図



(B) ミキサの動作原理図

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-343084

(43) 公開日 平成4年(1992)11月30日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 0 1 S	13/34	8940-5 J		
	13/42	8940-5 J		
	13/60	D 8940-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-114621

(22) 出願日 平成3年(1991)5月20日

(71) 出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72) 発明者 伊佐治 修

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(72) 発明者 藤原 加奈子

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(72) 発明者 上村 正継

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 FM-CWレーダ装置

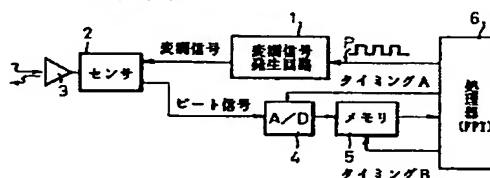
(57) 【要約】

【目的】 FM-CWレーダ装置に関し、検出領域内に複数の目標物がある場合にも、各目標物までの距離及び各目標物との相対速度を精度よく計測することを目的とする。

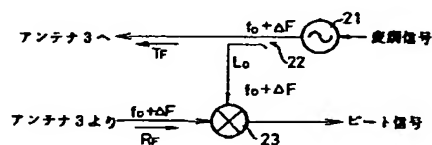
【構成】 変調信号発生回路1からの三角波の変調信号でFM変調された送信信号の一部を分流させたローカル信号と受信信号とをミキシングしてビート信号をとり出し、該三角波の上り傾斜部分及び下り傾斜部分にそれぞれ対応するビート信号を処理器6で別々に周波数解析し、それによりえられた該各傾斜部分に対応する周波数スペクトルから互に同一レベルを有する周波数の組み合わせを選び出し、それをもとにして該レベルに対応する目標物までの距離および相対速度が計測される。

本発明の1実施例としてのFM-CWレーダ装置の構成を示す図

(A) 全体構成図



(B) センサ2の部分構成図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 三角波で周波数変調された送信信号の一部を分流させたローカル信号と受信アンテナを通して受信された受信信号とをミキシングしてそのビート信号をとり出す手段と、該三角波の上り傾斜と下り傾斜のそれぞれの部分で該ビート信号を周波数解析する手段とをそ
 10 となえ、該周波数解析によってえられた該上り傾斜と下り傾斜のそれぞれの部分に対応する該ビート信号の周波数スペクトルで互にほぼ同一のレベルを有する周波数の平均値にもとづいて、該レベルに対応する目標物までの距離を計測することを特徴とする FM-CWレーダ装置。

【請求項2】 請求項1に記載の互にほぼ同一のレベルを有する周波数の差にもとづいて、該レベルに対応する目標物との相対速度を計測することを特徴とする FM-CWレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は FM-CWレーダ装置に関し、特に複数の目標物があっても、それらの各目標物までの距離及び相対速度を正しく計測することができる F
 20 M-CWレーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般にこの種の FM-CWレーダ装置においては、三角波の変調信号によりFM変調された送信信号が送信アンテナを通して放射されるとともに、該送信信号の一部をローカル信号として、受信アンテナから受信された受信信号とミキシングすることによりビート信号を得、該変調信号（三角波）の上り傾斜部分と下り傾斜部分のそれぞれについて、該ビート信号のサイクル数をパルスカウントすることにより、上記各傾斜部分につい
 30 てのビート周波数を求め、これによって目標物までの距離を計測していた。

【0003】かかるパルスカウント方式により得られる該ビート信号の周波数情報は、上記変調信号（三角波）の上り傾斜部分と下り傾斜部分でそれぞれ1つしか求められないため、複数の目標物の識別は不可能であり、逆に複数の目標物がある場合には、互いの影響を受けて、目標物までの距離（又は相対速度）を1つも正確に求めることができないことがある。また目標物が1つだけの
 40 場合でも、目標物からの反射波が大きな振幅変動をもつ時などは、コンパレータのしきい値の設定によってはパルスカウントのカウント洩れなどを起し、誤った周波数情報となり、その結果計測された距離や相対速度も正確な値ではなくなるなどの問題点があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明はかかる課題を解決するためになされたもので、レーダの検出領域内に複数の目標物がある場合にも、上記上り傾斜部分と下り傾斜部分における該ビート信号の周波数情報から、該
 50 複数の目標物を識別し、それら各目標物までの距離及び

(2)

特開平4-343084

2

各目標物との相対速度を精度よく計測しようとしたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するために本発明の一形態によれば、三角波で周波数変調された送信信号の一部を分流させたローカル信号と受信アンテナを通して受信された受信信号とをミキシングしてそのビート信号をとり出す手段と、該三角波の上り傾斜と下り傾斜のそれぞれの部分で該ビート信号を例えばFFT処理（高速フーリエ変換処理）により周波数解析する手段とをそ
 10 となえ、該周波数解析によってえられた該上り傾斜と下り傾斜のそれぞれの部分に対応する該ビート信号の周波数スペクトルで互にほぼ同一のレベルを有する周波数の平均値にもとづいて、該レベルに対応する目標物までの距離を計測することを特徴とする FM-CWレーダ装置が提供される。

【0006】また本発明の他の形態によれば、上記のようにしてえられた互にほぼ同一のレベルを有する周波数の差にもとづいて、該レベルに対応する目標物との相対速度を計測することを特徴とする FM-CWレーダ装置が提供される。

【0007】

【作用】上記構成によれば、該周波数解析を行うことによって、該上り傾斜と下り傾斜のそれぞれの部分に対応するビート信号の各々について、該ビート信号が含むすべての周波数情報をうることができ、したがって該各周波数情報から互にほぼ同一レベル（すなわち同一の目標物からの受信波によりえられる）を有する周波数を選出することによって、該選出された2つの周波数をもとにして、該レベルに対応する目標物までの距離および該目標物との相対速度（したがって複数の目標物があれば、各目標物毎にその距離および相対速度）を精度よく計測することができる。

【0008】

【実施例】図1（A）は本発明の1実施例としての FM-CWレーダ装置の全体構成を示すもので、処理器6から変調信号発生回路1へパルス信号Pを送り、該変調信号発生回路1では積分回路等を用いて図2に示されるような変調信号（三角波）を発生させ、それをセンサ2に送り込む。該センサ2においては、図1（B）に示すように該変調信号によって電圧制御発振器21の周波数が変調され、このようにしてFM変調された波（その最大周波数は、発振器21の発振周波数を f_0 、該FM変調波の周波数偏位幅（最大周波数と最小周波数の差）を ΔF とすれば $(f_0 + \Delta F)$ となる）がアンテナ3を介して外部に送信波T、として送信される。

【0009】一方、該送信波の一部を方向性結合器22を介してローカル信号L、として分流させ、該ローカル信号L、を、上記アンテナ3を通して受信される受信波R、とミキサ23においてミキシングすることによりビート
 50

3

信号がえられる。

【0010】図4は上記 FM-CWレーダから送信された送信波 T_r と、先行車等の目標物から反射した反射波（受信波） R_r との関係を、横軸に時間 t を、また縦軸に周波数 f をとって示す。すなわち送信波 T_r （図4で実線で示す）は上記周波数変調によってその周波数が周期的に（三角波状に）変化する。一方、受信波 R_r （図4で点線で示す）は、該送信波が上記目標物で反射して戻ってくる時間だけ遅れ、したがって該送信波とは Δt （ここで該送信波が反射する目標物までの距離を R 、電磁波の速度を C とすれば $\Delta t = 2R/C$ である）だけの時間的ずれを生ずる。

【0011】その結果、ある時点についてみると、該送信波 T_r と受信波 R_r とは該図4に示すように f だけの周波数差を生じ、該 f が上記ビート信号の周波数となる。そして該ビート信号の周波数 f は、該目標物までの距離 R が大きくなるほど（ Δt が大きくなるほど）大きくなり、かかるビート信号の周波数 f の大きさによって該目標物までの距離 R を求めることができる。

【0012】ここで上記した受信波 R_r は、該レーダと該目標物との間に相対速度がない（すなわち両者間の距離に変化がない）場合の受信波を示しており、したがってこの場合には該変調信号（三角波）の上り傾斜部分に対応するビート信号も、下り傾斜部分に対応するビート信号もその周波数は上記 f のままである。

【0013】しかしながら該レーダと該目標物との間に相対速度がある（すなわち該レーダに対して該目標物が接近したり遠ざかったりする場合）には、ドップラシフトの影響を受けて該受信波 R_r が R' （図4に一点鎖線で示す）のように上方に持ち上ったり（例えば該目標物が接近する場合）、あるいは逆に該受信波 R_r より下方に移動したりする（例えば該目標物が遠ざかる場合）。

【0014】そしていま仮に該受信波が上記 R' のように上方に持ち上ると、該変調信号（三角波）の上り傾斜部分に対応するビート信号の周波数は f' となり、該 f よりも低下し、一方該三角波の下り傾斜部分に対応するビート信号の周波数は f'' となり、該 f よりも増加する。また仮に該図4において該受信波が上記 R' とは逆に上記 R_r より下方に移動した場合には、該変調信号（三角波）の上り傾斜部分に対応するビート信号の周波数が上記 f より増加し、一方、該三角波の下り傾斜部分に対応するビート信号の周波数が上記 f より低下する（図2のビート信号の波形参照）。

【0015】次いで該処理器6から出されるタイミングAの信号（図1および図2参照）により、該変調信号の上り傾斜部分および下り傾斜部分で該ビート信号がA/D変換器4にとり込まれてA/D変換が行なわれ、その結果のデータがメモリ5に格納される。このようにしてメモリ5に該データが入ると、タイミングBの信号（図

(3)

特開平4-343084

4

1および図2参照）によって該メモリ5内のデータが処理器6に読込まれ、上記上り傾斜部分に対応するビート信号と下り傾斜部分に対応するビート信号とを別々に例えば上記FFT処理（高速フーリエ変換処理）などによって周波数解析し、上記各ビート信号についての周波数情報を得る。

【0016】図3は上記周波数解析によってえられた上記ビート信号の周波数スペクトルを例示するもので、図3（A）は上記変調信号の上り傾斜部分に対応する該ビート信号の周波数スペクトルを示し、図3（B）は上記変調信号の下り傾斜部分に対応する該ビート信号の周波数スペクトルを示す。ここで該上り傾斜部分及び該下り傾斜部分に対応する該ビート信号の周波数スペクトル（周波数情報）において、ほぼ同じレベル①を有する周波数 $F1$ と $F1'$ 、および別のほぼ同じレベル②を有する周波数 $F2$ と $F2'$ は、それぞれ同じ目標物から反射してきた受信波によってえられたビート信号に対応するものであるから、該 $F1$ と $F1'$ 、および $F2$ と $F2'$ をもとにして該各レベルに対応する各目標物の（この場合2つの目標物）までの距離および相対速度を個別に求めることができる。

【0017】すなわち上記図3は、レーダの検出領域内に、それぞれレベル①および②に対応する2つの目標物が存在する場合（ここで上記図3に示すようにレベル①がレベル②より小さいということは、大きい目標物（例えばトラック）の手前に小さい目標物（例えばオートバイ）が存在する場合を示している）の、上記上り傾斜部分及び下り傾斜部分の周波数スペクトルを示しているものである。

【0018】そして上述したように上記図3（A）と図3（B）とから、それらのレベルに着目して上記同じレベル①および②を有する周波数 $F1$ と $F1'$ 、および $F2$ と $F2'$ の組み合わせが求められ、これらをもとにして、目標物①までの距離は $(F1+F1') \cdot \lambda / 2$ により、また目標物②までの距離は $(F2+F2') \cdot \lambda / 2$ により、高精度に求めることができる。ここで λ はビート信号1ヘルツあたりの距離であり、上記変調信号（三角波）の周波数、FM変調帯域幅、発振器の発振周波数（搬送波周波数）などを用いて、レーダ方程式より求めることができる。なお検出領域内に目標物が3個以上ある場合も、上記と同様にして上記各周波数スペクトルにおいて同じレベルを有する周波数の組み合わせをもとにして、各目標物までの距離を高精度に求めることができる。

【0019】また上記目標物①との相対速度は $(F1' - F1) \cdot \lambda / 2$ により、また目標物②との相対速度は $(F2' - F2) \cdot \lambda / 2$ により高精度に求めることができる。ここで λ はビート信号1ヘルツあたりの相対速度であり、上記搬送波周波数などから求めることができる。ここで該レーダと例えば目標物①との相対速度がない

5

(目標物①との距離に変化がない) 場合は $F1 = F1'$ であり、また上記相対速度の値が正となるか負となるかによってその方向性(すなわち該目標物が接近してくるか遠ざかって行くか)を判別することができる。このようにして検出領域内に目標物が複数個ある場合(3個以上ある場合も同じ)にも、各目標物の存在を識別して、各目標物までの距離及び各目標物との相対速度を精度よく計測することができる。

【0020】したがって上述したように、例えば大きい目標物(例えばトラック)の手前に小さい目標物(例えばオートバイ)がいてそれが近づいてくるような場合、従来のパルスカウンタ方式の場合には上記大きい目標物しか識別できなかったのに対し、本発明においては、上記2つの目標物についての識別が可能となり、したがって上記手前にいる小さい目標物との距離及び相対速度をもとにして、例えば車間制御などを行うことが可能となる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、レーダの検出領域内に複数の目標物がある場合にも、該複数の目標物を個別に識別することができ、該目標物までの距離及び該目標物

(4)

6

特開平4-343084

との相対速度を、個別に精度よく計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例としてのFM-CWレーダ装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示される装置における各信号の波形図である。

【図3】変調信号の上り傾斜部分及び下り傾斜部分に対応するビート信号の周波数スペクトルを例示する図である。

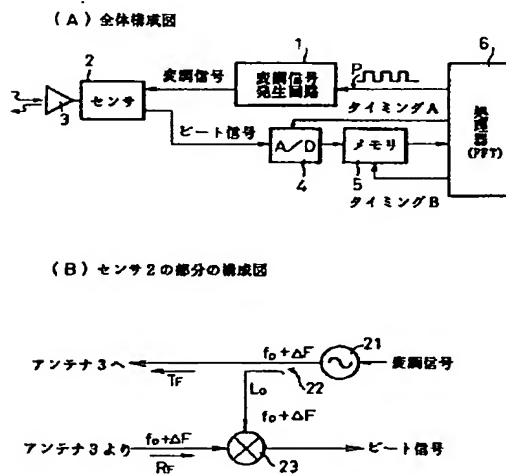
【図4】目標物との間に相対速度がある場合とない場合のFM-CWレーダにおける送・受信信号の関係を例示する図である。

【符号の説明】

- 1…変調信号発生回路
- 2…センサ
- 3…アンテナ
- 4…A/D変換器
- 5…メモリ
- 6…処理器

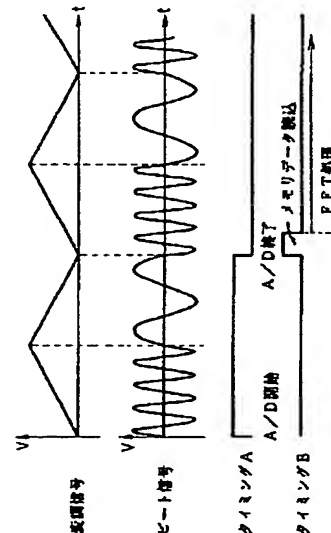
【図1】

本発明の1実施例としてのFM-CWレーダ装置の構成を示す図



【図2】

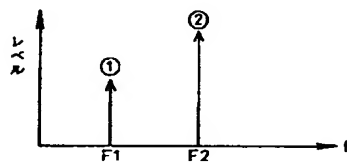
図1の装置における各信号の波形図



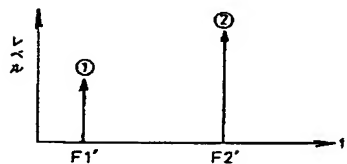
【図3】

変調信号の上り傾斜部分および下り傾斜部分に対応するビート
信号の周波数スペクトルを例示する図

(A) 上り傾斜部分のビートスペクトル

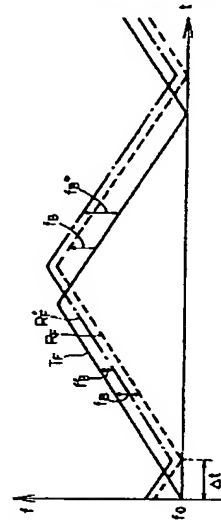


(B) 下り傾斜部分のビートスペクトル



【図4】

目標物との間に相対速度がある場合とない場合のFM-CW
レーダにおける送・受信信号の周波数関係を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 安木 寿教
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内

(72)発明者 上里 良英
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内